

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-38732

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成2年(1990)2月8日

F 16 H 1/32

A

8613-3J

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全11頁)

⑭発明の名称 ジェロータ歯車組およびその設計方法

⑯特 願 平1-156638

⑰出 願 平1(1989)6月19日

優先権主張 ⑱1988年6月20日⑲米国(US)⑳208705

⑳発 明 者 ウェイン バーナード アメリカ合衆国, ミネソタ 55343, ミネトンカ, ナンバー 513 シーダー レイク ロード, 10401  
ウエンカー

㉑出 願 人 イートン コーポレー アメリカ合衆国, オハイオ 44114, クリーブランド, ション イートン センター (番地表示なし)

㉒代 理 人 弁理士 蓆 優 美 外2名

明 細 書

## 1. 発明の名称

ジェロータ歯車組およびその設計方法

## 2. 特許請求の範囲

1) 歯先半径TRのN個の外歯(19)を備えた内ロータ(17)と、N+1個の内歯(15)を備えた外ロータ(13)とを含み、内ロータの軸線(25)が外ロータの軸線(23)から偏心距離Eだけずれており、内ロータの輪郭を外ロータの歯切り半径GRの理論内歯によって理論的に歯切りし、内ロータおよび外ロータの相対的な軌道および回転運動によって内ロータの外歯と外ロータの内歯との間に1点すきまSPCおよび2点すきまDPCが交互に形成されるようにしたジェロータ歯車組(11)の設計パラメータを選択する方法において、

(a) まず、内ロータの外歯と外ロータの

内歯との間の所望の半径方向歯先すきまTCを選択する段階と、

(b) 所望の歯先すきまTCと、1点すきまSPCまたは2点すきまDPCのいずれかとの差と同じまたはそれ以下の量だけ歯先半径TRおよび歯切り半径GRのうちの一方を反復的に調節する段階と、

(c) 1点すきまSPCおよび2点すきまDPCの両方が許容公差内で所望歯先すきまTCにほぼ等しくなるまで、段階(b)を繰り返す段階とを含むことを特徴とする方法。

2) 歯先半径TRのN個の外歯(19)を備えた内ロータ(17)と、N+1個の内歯(15)を備えた外ロータ(13)とを含み、内ロータの軸線(25)が外ロータの軸線(23)から偏心距離Eだけずれており、内ロータが外ロータの理論内歯によって理論的に歯切された輪郭を有し、前記理論内歯が歯切り半径GRを有し、内ロータおよび外ロータの相対的な軌道および回転運動によって内ロータの外歯と外

ロータの内歯との間に1点すきまSPCおよび2点すきまDPCが交互に形成されるようにしたジェロータ歯車組(11)であって、

(a) まず、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間の所望の半径方向歯先すきまTCを選択する段階と、

(b) 所望の歯先すきまTCと、1点すきまSPCまたは2点すきまDPCのいずれかとの差と同じまたはそれ以下の量だけ歯先半径TRおよび歯切り半径GRのうちの一方を反復的に調節する段階と、

(c) 1点すきまSPCおよび2点すきまDPCの両方が許容公差内で所望歯先すきまTCにほぼ等しくなるまで、段階(b)を繰り返す段階とによって設計歯先半径TRおよび設計歯切り半径GRが決定されるようにしたことを特徴とするジェロータ歯車組。

3) 歯先半径TRのN個の外歯(19)を備えた内ロータ(17)と、N+1個の内歯(15)を

DPCの両方が許容公差内で所望歯先すきまTCにほぼ等しくなるまで、段階(b)を繰り返す段階とを含むことを特徴とする方法。

4) 歯先半径TRのN個の外歯(19)を備えた内ロータ(17)と、N+1個の内歯(15)を備えた外ロータ(13)とを含み、内ロータの軸線(25)が外ロータの軸線(23)から偏心距離Eだけずれており、一方のロータの輪郭を他方のロータの歯切り半径GRの理論歯によって理論的に歯切りし、内ロータおよび外ロータの相対的な軌道および回転運動によって内ロータの外歯と外ロータの内歯との間に1点すきまSPCおよび2点すきまDPCが交互に形成されるようにしたジェロータ歯車組(11)であって、

(a) まず、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間の所望の半径方向歯先すきまTCを選択する段階と、

(b) 所望の歯先すきまと1点すきまSPCまたは2点すきまDPCのいずれかと

備えた外ロータ(13)とを含み、内ロータの軸線(25)が外ロータの軸線(23)から偏心距離Eだけずれており、一方のロータの輪郭を他方のロータの歯切り半径GRの理論歯によって理論的に歯切りし、内ロータおよび外ロータの相対的な軌道および回転運動によって内ロータの外歯と外ロータの内歯との間に1点すきまSPCおよび2点すきまDPCが交互に形成されるようにしたジェロータ歯車組(11)の設計パラメータを選択する方法において、

(a) まず、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間の所望の半径方向歯先すきまTCを選択する段階と、

(b) 所望の歯先すきまと1点すきまSPCまたは2点すきまDPCのいずれかとの差と同じまたはそれ以下の量だけ歯先半径TRおよび歯切り半径GRのうちの一方を反復的に調節する段階と、

(c) 1点すきまSPCおよび2点すきま

の差と同じまたはそれ以下の量だけ歯先半径TRおよび歯切り半径GRのうちの一方を反復的に調節する段階と、

(c) 1点すきまSPCおよび2点すきまDPCの両方が許容公差内で所望歯先すきまTCにほぼ等しくなるまで、段階(b)を繰り返す段階とによって設計歯先半径TRおよび設計歯切り半径GRが決定されるようにしたことを特徴とするジェロータ歯車組。

5) 歯先半径TRのN個の外歯(19)を備えた内ロータ(17)と、N+1個の内歯(15)を備えた外ロータ(13)とを含み、内ロータの軸線(25)が外ロータの軸線(23)から偏心距離Eだけずれており、一方のロータの輪郭を他方のロータの歯切り半径GRの理論歯によって理論的に歯切りし、内ロータおよび外ロータの相対的な軌道および回転運動によって内ロータの外歯と外ロータの内歯との間に1点すきまSPCおよび2点すきまDPCが交互に形成されるようにしたジェロータ歯車

組 (11) の設計パラメータを選択する方法において、

(a) まず、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間の所望の半径方向歯先すきま  $T C$  を選択する段階と、

(b) 所望の歯先すきま  $T C$  と、1点すきま  $S P C$  または2点すきま  $D P C$  のいずれかとの差と同じまたはそれ以下の量だけ歯先半径  $T R$  および歯切り半径  $G R$  を交互に調節する段階と、

(c) 1点すきま  $S P C$  および2点すきま  $D P C$  の両方が許容公差内で所望歯先すきま  $T C$  にほぼ等しくなるまで、段階 (b) を繰り返す段階とを有することを特徴とする方法、

6) 歯先半径  $T R$  の  $N$  個の外歯 (19) を備えた内ロータ (17) と、 $N + 1$  個の内歯 (15) を備えた外ロータ (13) とを含み、内ロータの軸線 (25) が外ロータの軸線 (23) から偏心距離  $E$  だけずれており、一方のロータの輪郭

たことを特徴とするジェロータ歯車組、

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、ジェロータ歯車組、特にジェロータ歯車組の設計パラメータを選択する方法に関するものである。

(従来技術)

当業者には公知であるように、本発明に係わる形式のジェロータ歯車組には、 $N$  個の外歯を備えた内ロータと、 $N + 1$  個の内歯を備えた外ロータとが設けられている。内ロータの軸線は、外ロータの軸線から偏心距離  $E$  だけずれている。内ロータおよび外ロータの相対的な軌道回転運動によって複数の膨脹および収縮体積室が形成されることにより、ジェロータ歯車組を製品に使用した代表的な例として、低速高トルク油圧モータ、油圧ポンプ、油圧ステアリング制御弁などがある。

「ジェロータ」と言う言葉は、「歯切りロータ」を短縮したものであり、それはジェロータ

を他方のロータの歯切り半径  $G R$  の理論歯によって理論的に歯切りし、内ロータおよび外ロータの相対的な軌道および回転運動によって内ロータの外歯と外ロータの内歯との間に1点すきま  $S P C$  および2点すきま  $D P C$  が交互に形成されるようにしたジェロータ歯車組 (11) であって、

(a) まず、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間の所望の半径方向歯先すきま  $T C$  を選択する段階と、

(b) 所望の歯先すきま  $T C$  と、1点すきま  $S P C$  または2点すきま  $D P C$  のいずれかとの差と同じまたはそれ以下の量だけ歯先半径  $T R$  および歯切り半径  $G R$  を交互に調節する段階と、

(c) 1点すきま  $S P C$  および2点すきま  $D P C$  の両方が許容公差内で所望歯先すきま  $T C$  にほぼ等しくなるまで、段階 (b) を繰り返す段階とによって設計歯先半径  $T R$  および設計歯切り半径  $G R$  が決定されるようにし

歯車組の一方の部材に一般的に円形の一組の歯またはローブが設けられており、歯車組の他方の部材が、第1部材のローブで「歯切り」されたと考えられる輪郭になっているからである。

(発明が解決しようとする課題)

ジェロータ歯車組の設計上の重要な一面は、2つの部材 (ロータ) の隣接したローブまたは歯間の数学的關係 (すきままたは干渉) である。本発明はジェロータ歯車組の特別な用途に限定されるものではないが、ジェロータ歯車組の最終的な用途およびそれに加わる流体圧力によって、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間の呼び半径方向歯先すきまが決定されることを認識する必要がある。例えば、ジェロータ歯車組を油圧パワーステアリング装置に使用する場合、運転者が自動車のステアリングホイールを回転させた時にロータのバイニングが生じないようにするため、内ロータと外ロータとの間にすきまを確保する必要がある。反対に、ジェロータ歯車組を低速高トルク油圧モータに

使用し、2000psi、3000psi またはそれ以上の圧力差を受ける場合、ジェロータ歯車組は外ロータに加わる圧力効果を補償するために呼び半径方向歯先すきまが少なくとも数学的に締まりばめになるように設計して、高圧体積室と低圧体積室との間に適切に密封できるようにする必要がある。

ジェロータ歯車組では、ロータが相対軌道回転運動する間に2つの重要な密封点が交互に形成される。第1のものは、1点すきま(SPC)であり、第2のものは、2点すきま(DPC)である。干渉またはバイジングが生じてはならないジェロータ歯車組では、SPCおよびDPCの設計値が異なる場合、半径方向干渉が発生しないようにするため、予測製造公差のために実際の所望すきまより大きい歯先すきまを選択することが必要になる。その結果、ジェロータ歯車組の体積効率は、SPCおよびDPCの設計値が同じ場合よりも低くなる。同様に、ジェロータ歯車組の用途によって一定の

は、外ロータの軸線から偏心距離Eだけずれている。ロータの一方の輪郭の理論歯切りは、他方のロータの歯切り半径GRの理論歯によって行われる。内ロータおよび外ロータの相対軌道回転運動によって、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間に1点すきま(SPC)および2点すきま(DPC)が交互に生じる。

上記方法は、

(a) まず、内ロータの外歯と外ロータの内歯との間の所望半径方向歯先すきまTCを選択する段階と、

(b) 次に、所望半径方向歯先すきまTCと、1点すきまSPCまたは2点すきまDPCのいずれか一方との差に等しいかそれ以下の量だけ歯先半径TRまたは歯切り半径GRのいずれか一方を反復的に調節する段階と、

(c) SPCおよびDPCの両者が許容公差以内で所望歯先すきまTRとほぼ等しくなるまで、上記段階(b)を繰り返す段階とを有している。

最小締まりばめが必要な場合、SPCおよびDPCに設計誤差があれば、最大締まりばめを大きくする(歯先すきまをさらに負方向に減少させる)必要がある。これによって、機械的効率が低下してしまう。

従って、本発明の目的は、内ロータと外ロータとの間の半径方向歯先すきまを一定にして所定の歯先すきまに近づけることができる改良したジェロータ歯車組を提供することである。

本発明の別の目的は、密封点(SPCおよびDPC)におけるすきまを一定にして所定の歯先すきまに近づけることができる設計が得られるジェロータ歯車組の設計パラメータを選択する方法を提供することである。

(課題を解決するための手段・作用)

本発明の上記およびその他の目的を達成するため、歯先半径TRのN個の外歯を備えた内ロータと、N+1個の内歯を備えた外ロータとを設けたジェロータ歯車組の設計パラメータを選択する方法が与えられる。内ロータの軸線

(実施例)

次に図面を参照しながら説明するが、図面によって本発明が限定されるものではなく、第1図に示したロータジェロータ歯車組は様々な油圧製品に使用でき、例えば本発明の譲受人に譲渡された米国特許第4,533,302号に記載されている形式の低速高トルクモータがあり、その内容を参考として本説明に含める。

第1図に示した形式のジェロータ歯車組は、油圧ポンプや燃料ポンプなどの様々なその他の流体押し出し装置または流体移送装置に使用したり、本発明の譲受人が「オービトロール」ステアリング制御装置という商標で販売している形式の油圧パワーステアリング制御装置の計測器として使用することもできる。いずれにしても、ジェロータ歯車組の最終的用途によって本発明が限定されるものではないことは明確に理解されたい。

第1図に示したロータジェロータ歯車組は、一般的に油圧モータの部品として、本発明の譲

受人が「ジェローラ」歯車組という商標で販売しているものである。歯車組11に設けられた内歯付きのリング部材13（外ローラとも呼ぶ）には、ほぼ円筒形の複数のポケットまたは開口が形成されている。各開口13には円筒形ローラ部材15（ローブとも呼ぶ）が配設されて、リング13の内歯を形成している。従って、以下に使用する「ジェロータ」という言葉には、第1図に示したような形式のローラジェロータと、内ローブまたは歯をリング部材13と一体状に形成した従来形ジェロータとが含まれていると理解されたい。リング13内には、外歯付きの星形部材17（内ロータとも呼ぶ）が偏心配置されている。星形部材17には複数の外歯またはローブ19が設けられている。

本発明による形式のジェロータ歯車組では、星形部材17に $N$ 個の外歯19が設けられているのに対して、リング13には $N+1$ 個の内歯またはローラ15が設けられている。本実施例では $N$ が6（ $N+1$ が7）であるが、本発明は $N$ が6以

が、偏心線 $LE$ の物理的重要性は、偏心線 $LE$ より右側の体積室21が膨張すると同時に、偏心線 $LE$ より左側の体積室が収縮することにある。

第1A図に示すように、星形部材17の軸線25から各外歯またはローブ19の先端までの半径方向距離を歯先半径 $TR$ と呼ぶ。リング13の軸線23から各ローラまたはローブ15の中心までの半径方向距離をローブベース半径 $LB R$ と呼ぶ。また、各歯またはローブ15の半径をローブ半径 $LR$ と呼ぶ。

第2図は、外側歯切りロータ（ $EG R$ ）とも呼ぶ星形部材17の歯切りを行う従来方法を示している。本発明が内側歯切りロータ（ $IG R$ ）にも適用できることは当業者には理解されるであろう。第2図に示した歯切り方法は、本発明の説明の基礎になりうる程度に詳しく説明しただけであるが、それは歯切りの基本的な幾何学的方法が当業者に公知であって、本発明の一部を直接的に構成するものではないからである。

下またはそれ以上のジェロータ歯車組にも適用でき、また $N$ は偶数でも奇数でもよい。このようにして、星形部材17はリング13に対して、複数の膨脹および収縮体積室を形成しながら、軌道回転することができる。本発明の範囲内において、リング13および星形部材17のいずれも軌道運動または回転運動する部材になりうることは、当業者には理解されるであろう。

第1A図は、第1図のジェロータ歯車組の拡大部分図であり、ジェロータ歯車組11のさらなるパラメータを示している。リング13の回転軸線は23であるのに対して、星形部材17の回転軸線は25であり、軸線23および25間の横方向距離がジェロータ歯車組11の偏心距離 $E$ になっている。軸線23および25によって想像偏心線 $LE$ が規定される。当業者は公知であるように、リング13が静止して星形部材17が軌道回転する場合、偏心線 $LE$ はリング13の軸線23を中心にして星形部材17の軌道運動の速度でその反対方向へ回転する。やはり当業者には公知である

星形部材17の輪郭を形成する際は、リング13内における星形部材17の偏心距離 $E$ 、星形部材17の歯先半径 $TR$ および星形部材17の歯数 $N$ を含む様々なパラメータを「既知数」として始める必要がある。また、星形部材17の形状または輪郭 $P$ を切削する理論バイトの半径を表す歯切り半径 $GR$ を選択する必要がある。理論的にまずは、歯切り半径 $GR$ をローブ半径 $LR$ と同じになるように選定してもよい。

歯切り方法を実施する第1段階は、選択歯先半径 $TR$ と同じかそれ以上の半径 $A$ の大円を描くことである。同時に、 $A$ を $N$ で割った商 $B$ の半径の小円を大円に接するように描く。小円に半径線を引き、小円の中心から偏心距離 $E$ に等しい距離の位置に点 $C$ をとる。次の段階で、小円を大円に沿って転がしていった、点 $C$ が描く軌道によってエピサイクロイド $EPC$ を生成する。最終段階として歯切り半径 $GR$ の歯切り円 $G$ の中心をエピサイクロイド $EPC$ 上に置き、そして歯切り円（理論バイト）の中心をエピサイ

クロイド E P C 全体に沿って、歯切り円が最初の位置に戻るまで、移動させる。歯切り円（第2図ではこの円が2か所に示されている）の接する点の軌跡で星形部材17の歯切り輪郭 P が形成される。

第3および第4図は、2つの相対回転位置におけるジェロータ歯車組の外形図を示している。第3および第4図の目的の1つは、以下に示す本発明の数値例で参照する様々な歯と歯の間のギャップを示すことである。第3および第4図の別の目的は、収縮室内の流体を膨脹室内の流体から隔離できるジェロータ歯車組の能力にとって重要である様々なギャップまたはすきまを図示することである。まず第3図において、星形部材17が時計回り方向に軌道運動すると、偏心線 L E より右側の体積室21は膨張するのに対して、偏心線 L E より左側の体積室は収縮する。第3図において、軸線25から偏心線 L E に沿って下向きに偏心距離の6倍（6 E）の距離に点をとる。この点から各ローラまたは

室と線 L E よりも左側の収縮体積室との間の唯一の密封点になっているからである。

また、第3図から明らかなように、リングロープ15および星形部材17が偏心線 L E を中心にして対称に見える。従って、理論的および数学的には、ギャップ No. 1 がギャップ No. 7 に等しく、ギャップ No. 2 がギャップ No. 6 に等しく、ギャップ No. 3 がギャップ No. 5 に等しい。

第4図に示した星形部材17は、第3図に示した位置から反時計回りに数度軌道移動させたものである。第4図に示した時点において、リングおよび星形部材17のロープによって切換わり体積室21cが形成されているが、「切換わり体積室」とは、その瞬間において体積室21cが膨脹も収縮もしていないことを表している。従って、第4図に示した時点において、ギャップ No. 4 および No. 5 は互いに同じであって、2点すきま D P C と呼ばれるすきまを形成しているが、これはギャップ No. 4 および No. 5 が瞬間的に膨脹体積室と収縮体積室との間に2つの密封点

ロープ15の中心または軸線へ線を引く。このように引いた線はそれぞれ星形部材17とロープ15との間の「接点」において星形部材17およびロープ15の輪郭と交差し、それらの線の各々はロープ15および星形部材17側隣接面の両方に接する線に対して垂直になっている。ここで、星形部材およびリングのロープに関連して使用する「接点」とは、それらが瞬間的に互いに最も近接する点を意味するにすぎない。このように説明するのは、本願発明が、リングおよび星形部材間に正のすきまがあるジェロータ歯車組に適用できると同時に、リングおよび星形部材間が締めまりばめされる（負のすきまがある）ジェロータ歯車組にも適用できるからである。

第3図において、様々な接点（またはギャップまたはすきま）を No. 1 ~ No. 7 の番号を付けて示しており、No. 4 のすきまが1点すきま S P C を形成しているが、これは星形部材17が第3図に示した位置にある時、すきま No. 4 すなわち1点すきま S P C が、線 L E より右側の膨脹体積

になっているからである。

また、第4図から明らかなように、リングロープ15および星形部材17がやはり偏心線 L E を中心にして対称になっている。第4図に示した状態では、数学的に No. 1 が0に設定され、ギャップ2がギャップ No. 7 に等しく、ギャップ No. 3 がギャップ No. 6 に等しく、また前述したように、ギャップ No. 4 がギャップ No. 5 に等しい。

従来技術で述べたように、本発明の目的は、定半径方向すきまを有するジェロータ設計を提供することである。以下に述べる本発明の数値例から明らかなように、リングロープおよび星形部材輪郭間の半径方向すきまに関する「定」という表現は、前述したように密封点ではないギャップ No. 1, 2, 3, 6 および 7 には関係ない。ここで半径方向に関して使用する「定」は、1点すきま S P C および2点すきま D P C だけに關するものである。言い換えれば、1点および2点すきま S P C および D P C が同じであれば、ジェロータ歯車組が「定半径方向すき

ま」を備えていると言える。星形部材17がリング13に対して軌道回転するのに伴って、星形部材の輪郭およびリングローブによって1点すきま(SPC)および2点すきま(DPC)が交互に形成されることは、当業者には、また上記説明からも明らかであろう。SPCおよびDPCが名目上互いにほぼ同じになるか、互いに所望程度に近似するジェロータ設計を行なうことができるようにするジェロータ歯車組の様々な設計パラメータを選択する方法を提供することが、本発明の要点である。

第3および第4図とともに第2図を参照しながら説明すると、当業者には明らかなように、歯先半径TR、ローブベース半径LBR、歯切り半径GRなどの設計パラメータのうちのいずれを変化させても、それに伴ってギャップNo.1～No.7のすきま(または干渉)とともに星形部材の輪郭が変化する。本発明の重要な一面は、上記パラメータのいずれを変化させても、SPCに対する影響とDPCに対する影響とが

影響が1点すきまSPCに対する影響よりもはるかに小さくなる。同様に、また以下の数値例から明らかなように、歯先半径TRまたはローブベース半径LBRのいずれかの変更に伴う変化は、DPCよりもSPCのほうが大きくなる。

本発明は、所定の歯先すきまTC(前述したように正のすきまの場合も干渉の場合もある)が得られるようにジェロータ歯車組の設計パラメータ(GR、LBR、TRなど)を選択する方法を提供するものである。本発明の方法では、最初に理論歯先すきまが0になるようにパラメータを選択する、すなわち製造誤差がない場合、リングおよび星形部材間に正のすきまも干渉も生じず、リングおよび星形部材間の相対移動全体に渡ってその間で線同志が完全に重なり合うようにする。しかし、歯先すきまを0にするようなジェロータ設計は希であるから、次の設計段階として、所望の歯先すきまTCが得られるように、パラメータの1つ(例えば歯切

違うことを認識することであり、今までは当業者がこの違いを認識していなかったことが、ここで定義したような意味での本当の定すきまジェロータ歯車組を従来技術で提供できなかった主たる原因である。

ジェロータパラメータの1つを変更することによるSPCおよびDPCに対する異なった影響の例として、ギャップNo.1付近にギャップNo.1の接点に置ける圧力角PAを表す三角を描いた第3図を参照する。歯切り半径GRを大きくすると、それに伴って外歯19が細くなる。(ギャップNo.1および7における)星形部材とリングとの間に接触角があるため、細くなった外歯19が隣接したローブ15間のさらに半径方向外向きに(第3図の下向きに)移動できるため、第3図の1点すきまSPCが大きくなる。しかし、第4図から分かるように、歯切り半径GRが大きくなり、外歯19が細くなると、リング13に対する星形部材17の位置に対する影響が小さくなり、従って2点すきまDPCに対する

り半径GRまたは歯先半径TR)を変更する。例えば、歯先すきまTCを-0.001インチ(干渉)にしたい場合、従来の一方法では、歯切り半径GRを0.0005インチ小さくするだけであった。しかし、前述したように、また以下の数値例からも明らかになるように、GRを0.0005インチだけ小さくしても、SPCおよびDPCの両方が0.001インチ小さくなるわけではなく、従って、定半径方向すきまのジェロータ設計ができなくなる。別の従来方法では、歯先半径TRを0.0005インチだけ大きくするが、この場合にはDPCが所望の歯先すきまTCの-0.001インチに極めて近くなるが、SPCはその所望TCに近づかない。いずれの場合でも、圧力角PAや星形部材の歯の相対厚さまたは細さが、歯切り半径GRや歯先半径TRなどのパラメータの変更に伴ってSPCおよびDPCの各々の変化の度合に大きく影響することを認識する必要がある。

1つのパラメータ(例えばGR)と別のパラ

メータ（たとえばTRまたはLBR）を反復的に変更し、その結果のSPCおよびDPCを常時監視しながら、SPCおよびDPCが所望の歯先すきまTCにほぼ等しくなるまで反復法を継続することが、本発明の重要な一面である。ここで、「ほぼ等しい」という表現は、所定の許容公差内にあることを意味する。当業者には明らかであろうが、本発明の方法は、SPCおよびDPCの両方が所望歯先すきまTCに数学的に等しくなるジェロータ歯車組の設計パラメータを提供するだけであり、製造工程での誤差については考慮に入っていない。しかし、SPCとDPCとが違ってくるパラメータで開始して、その初期設計誤差に製造誤差が加わるようにするよりも、数学的に定すきま設計を可能にする設計パラメータで開始する方が明らかに望ましいことは、当業者は認識しているであろう。

#### 事 例

本発明の反復法は、その方法を用いた実際の

知であると思われる。

#### 段階 1

所望歯先すきまTCは0.040インチであるが、本発明の反復法では、すきまの所望変化量の全てを1つの特定のパラメータで変更させないで、各段階ですきまの所望変化量の約半分ずつ変化させたほうが好ましい。しかし、これは単に好ましいというだけで、本発明を実施するための必須要件ではない。ここでは、上記の好ましいやり方に従って、第1段階で歯先半径TRを0.002インチだけ小さくして、1.0474インチにする。このようにTRを変化させることによって、ジェロータ設計ではギャップ寸法（単位：インチ）が以下の通りになる。

ギャップ No.	第 3 図	第 4 図
1	0.0019	0.0000
2	0.0039	0.0016
3	0.0062	0.0031
4	0.0070	0.0038
5	0.0062	0.0038

数値例による説明が最も分かりやすいと思われる。事例において、初期選択設計パラメータは以下の通りであった。

N	=	6
E	=	0.15インチ
TR	=	1.0494インチ
GR	=	0.4385インチ
LBR	=	1.3379インチ
LR	=	0.4385インチ

前述したように、初期設計パラメータは、歯先すきまTCが0になるように選択する。しかし、本事例では、所望の歯先すきまTCが正のすきま0.040インチである。本発明を実施する際に、上記パラメータを計算して、星形部材17およびリング13を数学的に形成し、それから星形部材を第3および第4図に示したSPCおよびDPCの位置に配置するための市販のCAD（計算機援用設計）装置のいずれかを利用し、またギャップNo.1～No.7の各々の決定にCADソフトウェアを利用することは、当業者には公

6	0.0039	0.0031
7	0.0019	0.0016

上記説明に従って、TRを0.002インチだけ小さくすると、DPC（ギャップNo.4および5、第4図）が大きくなって0.0038インチになり、所望TCの0.0040インチに極めて近づくが、同時に、SPC（ギャップNo.4、第4図）が0.0070インチになり、所望TCの0.0040インチよりもはるかに大きくなった。

#### 段階 2

SPCを幾分近づけるため、歯切り半径GRを0.4385インチから0.0010インチだけ小さくして0.4375インチにすると、前述したように外歯19が幾分太くなって、SPCが小さくなった。このようにGRを変化させると、予想されるようにDPCが実際には幾分小さくなった（これは小数点以下5位の問題であり、数値例の上記段階における数値は小数点以下4位まで表している）。同時に、SPCが0.0070インチから0.0057インチになった。



段階 3

(この時点で所望TCからはDPCよりも離れている)SPCはまだ所望TCよりも0.0017インチだけ大きいので、歯切り半径GRをさらに0.0010インチだけ小さくして0.4365インチにすると、DPCはほぼ0.0038インチのままで変わらないが、SPCは0.0043インチになった。

段階 4

SPCが所望TCの0.0040インチに近づいたところで、次の段階として段階3のDPCと所望TCとの差のおよそ半分に相当する分だけ歯先半径TRを小さくした。従って、TRが1.0474インチから1.0473インチになり、これによってDPCが0.0038インチから0.0039インチになるが、同時にSPCが0.0043インチから0.0045インチになった。

段階 5

次の段階として、段階4のSPCと所望TCの0.0040インチとの差にほぼ相当する分だけ歯切り半径GRをさらに小さくした。従っ

段階 7

SPCはまだ所望TCからはDPCよりも離れているため、次の段階で歯切り半径GRを0.4360インチから0.4361インチにすると、これによってDPCが0.00399インチから0.00400インチになり、またSPCが0.00389インチから0.00404インチになる。

段階 8

SPCがまだ所望TCからはDPCよりも離れており、また所望TCよりも大きいため、次の段階で歯切り半径GRを0.4361インチから最初のGRよりも0.00243インチ小さい0.43607インチにするが、これによってDPCは基本的には0.00400インチのままで変わらないが、SPCは0.00404インチから0.00400インチになる。

前述したように、必ずしもSPCおよびDPCが数学的に完全に等しくなるまで反復を繰り返す必要はないが、上記例では、主として本発明による可能性を示すため、SPCおよび

て、歯切り半径GRが0.4365インチから0.0005インチだけ小さくなって0.4360インチになるが、これによってDPCは基本的には0.0039インチのままで変わらないが、SPCは0.0045インチから0.0038インチになるため、SPCは実際には所望TCよりも小さくなった。

段階 6

本段階および以降の段階において本発明の方法をさらに正確に説明するため、SPCおよびDPCを小数点以下5位まで表す。この時点でSPCおよびDPCがともに所望TCよりも小さく、またSPCの方が所望TCから離れているため、次の段階では所望TCと段階4のDPCとの差の約半分だけ歯先半径TRを小さくした。従って、TRは1.047329インチから最初のTRよりも0.002077インチ小さい1.047323インチになるが、これによってDPCが0.00398インチから0.00399インチになり、また同時に、SPCが0.00387インチから0.00389インチになった。

DPCの両方が所望歯先すきまTCに小数点以下5位まで等しくなるまで反復法を続けた。しかし、反復法を数段階早く中止してもよいことは当業者には理解されるであろうし、これも本発明の範囲内である。

以下には反復法で説明してきたが、パラメータの変更を常に交互に行なうことが本発明の本質的特徴ではないことは、当業者には明らかであろう。上記例の段階2および3の両方において歯切り半径GRを小さくしているが、本発明の方法を数回実施すれば、当業者によっては段階2および3のGRの減少を合わせて1つの段階にすることもあろう。同様に、段階7および8の両方で歯切り半径GRを変更しており、段階7でGRを(明らかに過剰に)増加させてから、段階8でGRをわずかに減少させている。言い換えれば、段階7の変更で所望TCの「行き過ぎ量」になり、次の段階8で「補正」しているのである。本発明で経験を積んだ当業者であれば、段階7および8の変更を

組み合わせて、さらに適当な変更を1つの段階で加えることができるであろう。しかし、段階7および8で行なう変更も、ここで使用する「反復」の範囲内にあると理解される。

また、ローブ半径 $L R$ を一定量だけ小さくすることによって、歯切り半径 $G R$ を同じ量だけ大きくした場合とほぼ同じ影響を $S P C$ および $D P C$ に対して与えることができることは、当業者には理解されるであろう。同様に、ローブベース半径 $L B R$ を一定量だけ大きくすることによって、歯先半径 $T R$ を同じ量だけ小さくした場合とほぼ同じ影響を $S P C$ および $D P C$ に対して与えることができる。従って、本発明によれば、所望の半径方向すきまを得るためにリングから始めてから星形部材を設計しても、あるいは所望の半径方向すきまを得るために星形部材から始めてからリングを設計してもよい。しかし、ローブ半径 $L R$ を調節する時にはいつも、ローブベース半径 $L B R$ を補償調節して、リングおよび星形部材の接円に対して正味効果

が発生しないようにする必要がある。

従来のジェロータおよびローラジェロータ歯車組の内歯またはローブは円形であるが、本発明はそれに限定されないことも当業者に理解されたい。内ローブを楕円形にしても、本発明の方法を用いることができる。

#### (発明の効果)

本発明のジェロータ歯車組は、内ロータと外ロータとの間に生ずる1点すきまと2点すきまが所望の歯先すきまにほぼ等しくなるまで歯先半径( $T R$ )および歯切り半径( $G R$ )を反復調節するので、ロータ間の半径方向すきまを一定にでき、ロータ間の干渉またはバイジングをなくするとともに歯先すきまを最小限にして高圧体積室と低圧体積室との間を適切に密封することにより、ジェロータの機械的効率を向上させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係るジェロータ歯車組の平面図、

第1A図は、第1図と同様な拡大部分図、

第2図は本発明に係るジェロータ星形部材の歯切り方法を示す概略図、

第3図は第1図と同様のジェロータ歯車組において1点すきま状態を示す輪郭図、

第4図は第1図と同様のジェロータ歯車組において2点すきま状態を示す輪郭図である。

11…ジェロータ歯車組 13…外ロータ

15…内歯

17…内ロータ(星形部材)

19…外歯

23…外ロータの軸線

25…内ロータの軸線

$G R$ …歯切り半径

$L R$ …ローブ半径

$P$ …輪郭

$E$ …偏心距離

特許出願人 イートン コーポレーション

代理人 弁理士 蓼 優 美

(ほか2名)

FIG. 1

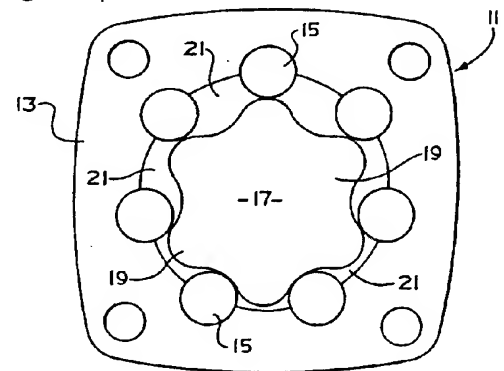


FIG. 1A

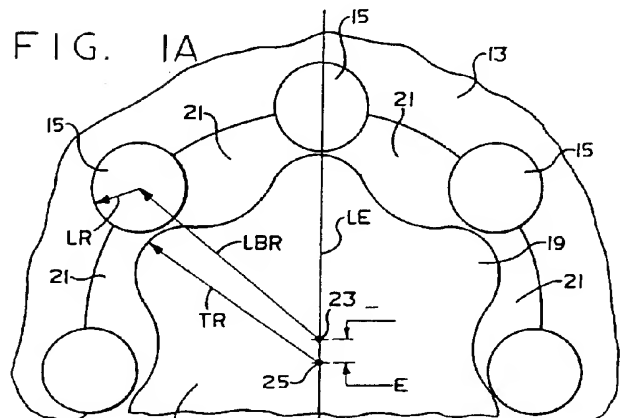


FIG. 2

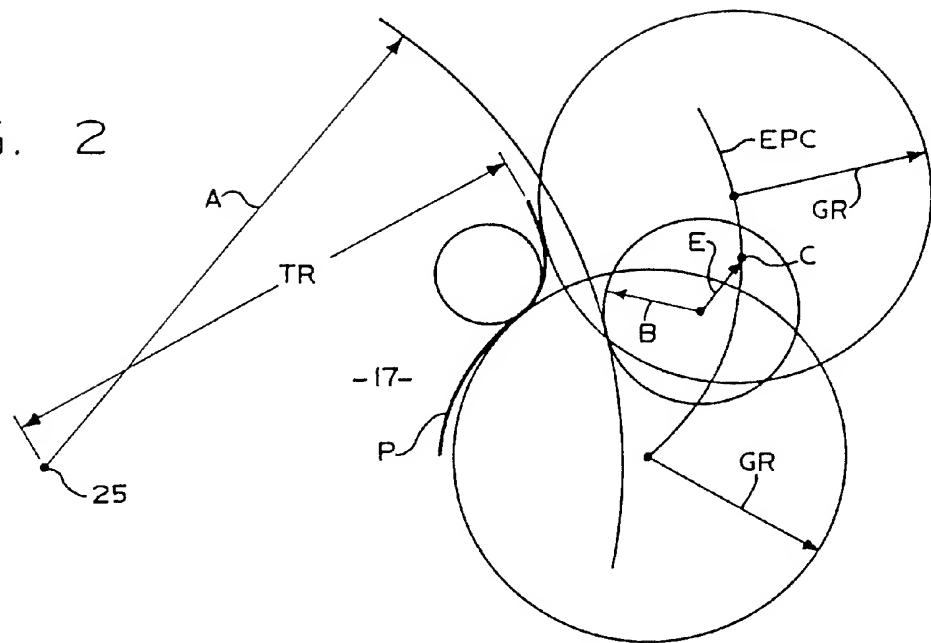


FIG. 3

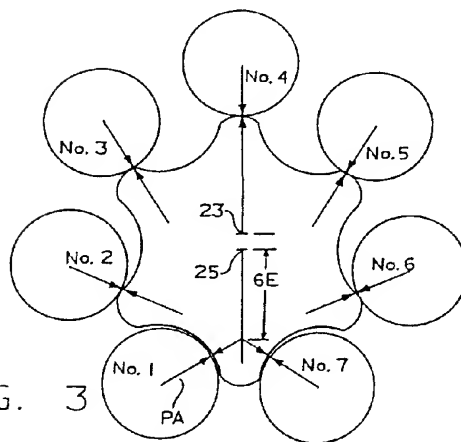


FIG. 4

